

**HEAT TRANSFER SHEET AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME**

Patent Number: JP2001274302  
Publication date: 2001-10-05  
Inventor(s): IGARASHI HISAO; SEDAKA RYOJI; INOUE KAZUO  
Applicant(s): JSR CORP  
Requested Patent: ☐ JP2001274302  
Application Number: JP20000088952 20000328  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H01L23/36; C09K5/08; H01B17/56; H01L23/373  
EC Classification:  
Equivalents:

---

**Abstract**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a heat transfer sheet which can transfer heat with high efficiency and further has insulating properties, and a method which can manufacture readily such a heat transfer sheet.

**SOLUTION:** This heat transfer sheet contains insulating heat transfer particles indicating a magnetism in a sheet base in which both surfaces are flat, and which is composed of an insulating polymer material having flexibility, in a state that the heat transfer particles are orientated in the thickness direction of the sheet base. This method for manufacturing the heat transfer sheet comprises the steps of forming a sheet molding material layer containing insulating heat transfer particles indicating a magnetism in a polymer forming material as an insulating polymer material having flexibility by curing, and acting a magnetic field on this sheet molding material layer in the thickness direction, and also curing the sheet molding material layer.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-274302

(P2001-274302A)

(43)公開日 平成13年10月5日(2001.10.5)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード*(参考)
H 0 1 L 23/36		H 0 1 B 17/56	A 5 F 0 3 6
C 0 9 K 5/08		H 0 1 L 23/36	D 5 G 3 3 3
H 0 1 B 17/56		C 0 9 K 5/00	E
H 0 1 L 23/373		H 0 1 L 23/36	M

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願2000-88952(P2000-88952)

(22)出願日 平成12年3月28日(2000.3.28)

(71)出願人 000004178

ジェイエスアール株式会社

東京都中央区築地2丁目11番24号

(72)発明者 五十嵐 久夫

東京都中央区築地2丁目11番24号 ジェイエスアール株式会社内

(72)発明者 瀬高 良司

東京都中央区築地2丁目11番24号 ジェイエスアール株式会社内

(74)代理人 100078754

弁理士 大井 正彦

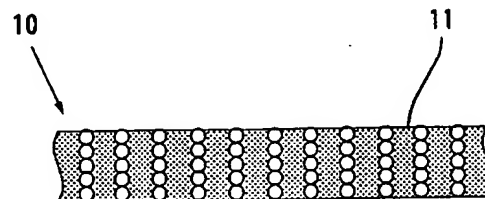
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 伝熱シートおよび伝熱シートの製造方法

(57)【要約】

【課題】 高い効率で熱を伝導することができ、しかも絶縁性を有する伝熱シートを提供すること、およびこのような伝熱シートを容易に製造することができる方法を提供することにある。

【解決手段】 本発明の伝熱シートは、柔軟性を有する絶縁性高分子材料よりなる両面が平坦なシート基体中に、磁性を示す絶縁性伝熱粒子が当該シート基体の厚み方向に配向された状態で含有されてなることを特徴とする。本発明の伝熱シートの製造方法は、硬化されて柔軟性を有する絶縁性高分子材料となる高分子形成材料中に磁性を示す絶縁性伝熱粒子が含有されてなるシート成形材料層を形成し、このシート成形材料層に対して、その厚み方向に磁場を作用させると共に、当該シート成形材料層の硬化処理を行う工程を有することを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 柔軟性を有する絶縁性高分子材料よりなる両面が平坦なシート基体中に、磁性を示す絶縁性伝熱粒子が当該シート基体の厚み方向に配向された状態で含有されてなることを特徴とする伝熱シート。

【請求項2】 JIS Aゴム硬度が50以下であることを特徴とする請求項1に記載の伝熱シート。

【請求項3】 シート基体の厚みが20～3000 $\mu$ mであることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の伝熱シート。

【請求項4】 絶縁性伝熱粒子は、シート基体中に体積分率で5～50%となる割合で含有されていることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の伝熱シート。

【請求項5】 絶縁性伝熱粒子は、磁性材料からなる芯粒子の表面に、絶縁性の高熱伝導性材料よりなる被膜が形成されてなるものであることを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の伝熱シート。

【請求項6】 被膜を構成する高熱伝導性材料の熱伝導率が10W/(m・K)以上であることを特徴とする請求項5に記載の伝熱シート。

【請求項7】 被膜を構成する高熱伝導性材料が、セラミックス材料およびダイヤモンドから選ばれた少なくとも一種の材料であることを特徴とする請求項5または請求項6に記載の伝熱シート。

【請求項8】 シート基体が硬化ゴム組成物または硬化ゲル組成物により形成されていることを特徴とする請求項1乃至請求項7のいずれかに記載の伝熱シート。

【請求項9】 シート基体が熱可塑性エラストマー組成物により形成されていることを特徴とする請求項1乃至請求項8のいずれかに記載の伝熱シート。

【請求項10】 請求項1に記載の伝熱シートの製造方法であって、硬化されて柔軟性を有する絶縁性高分子材料となる高分子形成材料中に磁性を示す絶縁性伝熱粒子が含有されてなるシート成形材料層を形成し、このシート成形材料層に対して、その厚み方向に磁場を作用させると共に、当該シート成形材料層の硬化処理を行う工程を有することを特徴とする伝熱シートの製造方法。

【請求項11】 請求項1に記載の伝熱シートの製造方法であって、

加熱溶融された絶縁性高分子材料中に、磁性を示す絶縁性伝熱粒子が含有されてなるシート成形材料層を形成し、このシート成形材料層に対して、その厚み方向に磁場を作用させる工程を有することを特徴とする伝熱シートの製造方法。

【請求項12】 請求項1に記載の伝熱シートの製造方法であって、

溶剤中に絶縁性高分子材料が溶解され、かつ磁性を示す絶縁性伝熱粒子が含有されてなるシート成形材料層を形成し、このシート成形材料層に対して、その厚み方向に

磁場を作用させると共に、当該シート成形材料層から溶剤を除去する工程を有することを特徴とする伝熱シートの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、伝熱シートおよびその製造方法に関し、更に詳しくは、電気絶縁性が要求される部位、例えば電子機器におけるCPU、「ランバースDRAM」のような高速DRAM、モーター駆動用IC、パワートランジスタなどの電子部品、プリンター、ファクシミリなどの制御機器、液晶パネルのバックライト部などに生ずる熱を放熱するために好ましく用いることができる伝熱シートおよびその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】一般に、例えばCPUなどの電子部品を備えた電子機器においては、その使用時に、CPUなどの電子部品から生ずる熱を当該電子機器の外部に放熱することが行われている。

【0003】電子機器における発熱を放熱する手段としては、従来、例えば、ヒートパイプが接続された、熱伝導性の高い金属からなる放熱板を、電子部品の表面に直接的に接触させることにより、電子部品の熱を放熱板を介して電子機器の外部に放熱する手段などが知られている。このような手段においては、放熱板を電子部品の表面に対して十分に密着させることができれば、電子部品に生ずる熱を高い効率で電子機器の外部に放熱することができる。然るに、実際には、例えばCPUなどの電子部品の表面は平坦ではないため、放熱板を電子部品の表面に対して十分に密着させることができず、放熱板と電子部品との間に空隙が形成された状態となる。その結果、放熱板と電子部品との間の熱抵抗が相当に大きくなるため、結局、電子部品の熱を高い効率で放熱することが困難であった。

【0004】そこで、例えばシリコンゴム基材中に、金属やセラミックス材料よりなる伝熱粒子が分散されてなる放熱シートを、電子部品と放熱板との間に挟まれた状態で配置することにより、電子部品に生ずる熱を放熱シートを介して放熱板に伝導させる手段が提案されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような放熱シートにおいては、伝熱粒子間にシリコンゴムが介在する、すなわち熱伝導が伝熱粒子の他に熱伝導性の低いシリコンゴムを介して行われ、しかも伝熱経路が複雑なものとなるので、伝熱粒子自体の有する熱伝導性を十分に発揮させることができず、放熱シート自体の熱伝導性が低いものとなる、という問題がある。このような問題に対して、シリコンゴム基材における伝熱粒子の割合を高くすることにより、放熱シートの熱伝導性を高くすることが考えられるが、このような放熱シ-

トは、その硬度が高いものとなり、放熱シートを電子部品の表面に十分に密着させることが困難となるため、放熱シートと電子部品との間、あるいは放熱シートと放熱板との間に空隙が形成され、結局、電子部品の熱を高い効率で放熱することができない。また、伝熱粒子として、金属粒子を用いる場合には、放熱シートが導電性を有するものとなるので、例えば電子部品と放熱板との間に絶縁性が要求される場合には、当該放熱シートを使用することができない、という問題がある。

【0006】また、近年、パーソナルコンピュータなどの電子機器におけるCPUの大容量化、高速化の要請に伴って、CPUなどの電子部品の発熱量がさらに増大する傾向にあり、電子部品の熱をより高い効率で放熱板に伝導することのできる放熱シートが求められている。

【0007】本発明は、以上のような事情に基づいてなされたものであって、その目的は、高い効率で熱を伝導することができ、しかも絶縁性を有する伝熱シートを提供することにある。本発明の他の目的は、高い効率で熱を伝導することができ、しかも絶縁性を有する伝熱シートを容易に製造することができる方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の伝熱シートは、柔軟性を有する絶縁性高分子材料よりなる両面が平坦なシート基体中に、磁性を示す絶縁性伝熱粒子が当該シート基体の厚み方向に配向された状態で含有されてなることを特徴とする。本明細書において、「絶縁性」とは、「電気絶縁性」を意味するものとする。

【0009】本発明の伝熱シートにおいては、JIS Aゴム硬度が50以下であることが好ましい。また、シート基体の厚みが20～3000 $\mu\text{m}$ であることが好ましい。さらに、絶縁性伝熱粒子は、シート基体中に体積分率で5～50%となる割合で含有されていることが好ましい。

【0010】また、本発明の伝熱シートにおいては、絶縁性伝熱粒子は、磁性材料からなる芯粒子の表面に絶縁性の高熱伝導性材料よりなる被膜が形成されてなるものであることが好ましい。このような伝熱シートにおいては、前記被膜を構成する高熱伝導性材料の熱伝導率が10W/( $\text{m}\cdot\text{K}$ )以上であることが好ましい。また、高熱伝導性材料は、セラミックス材料およびダイヤモンドから選ばれた少なくとも一種の材料であることが好ましい。

【0011】また、本発明の伝熱シートにおいては、シート基体が、硬化ゴム組成物または硬化ゲル状組成物、あるいは熱可塑性エラストマー組成物により形成されているものとすることができる。

【0012】本発明の伝熱シートの製造方法は、硬化されて柔軟性を有する絶縁性高分子材料となる高分子形成材料中に磁性を示す絶縁性伝熱粒子が含有されてなるシ

ート成形材料層を形成し、このシート成形材料層に対して、その厚み方向に磁場を作用させると共に、当該シート成形材料層の硬化処理を行う工程を有することを特徴とする。

【0013】また、本発明の伝熱シートの製造方法は、加熱溶融された絶縁性高分子材料中に、磁性を示す絶縁性伝熱粒子が含有されてなるシート成形材料層を形成し、このシート成形材料層に対して、その厚み方向に磁場を作用させる工程を有することを特徴とする。

【0014】また、本発明の伝熱シートの製造方法は、溶剤中に絶縁性高分子材料が溶解され、かつ磁性を示す絶縁性伝熱粒子が含有されてなるシート成形材料層を形成し、このシート成形材料層に対して、その厚み方向に磁場を作用させると共に、このシート成形材料層から溶剤を除去する工程を有することを特徴とする。

【0015】

【作用】上記の伝熱シートによれば、磁性を示す絶縁性伝熱粒子がシート基体の厚み方向に配向された状態で含有されていることにより、当該絶縁性伝熱粒子の連鎖によって伝熱シートの厚み方向に伸びる伝熱経路が形成されるので、当該伝熱シートの厚み方向に高い熱伝導性が得られる。また、シート基体が柔軟性を有する絶縁性高分子材料により形成されているため、発熱体および受熱体によって狭圧されることにより、それらの表面形状に追従して変形させることができ、しかも伝熱シートの両面が平坦であることにより、発熱体と伝熱シートとの間、および伝熱シートと受熱体との間に空隙が形成されることがない。従って、当該伝熱シートを発熱体および受熱体の各々に密着させることができるので、発熱体との間および受熱体との間に生ずる熱抵抗を小さくすることができ、伝熱シート自体の高い熱伝導性を十分に発揮することができる。

【0016】また、シート基体が絶縁性高分子材料により形成されていると共に、伝熱経路を形成する伝熱粒子が絶縁性のものであるため、当該伝熱シート全体が絶縁性のものとなり、従って、発熱体と受熱体との間に絶縁性が要求される場合であっても、当該伝熱シートを用いることができる。

【0017】また、伝熱経路を形成する絶縁性伝熱粒子が磁性を示すものであるため、当該伝熱シートの製造において、厚み方向に磁場を作用させることにより、当該絶縁性伝熱粒子を容易にシート基体の厚み方向に並ぶよう配向させることができる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の伝熱シートの実施の形態について詳細に説明する。図1は、本発明の伝熱シートの一例における構成を示す説明用断面図である。この伝熱シート10は、両面が平坦なシート基体11中に、磁性を示す絶縁性伝熱粒子（以下、「絶縁性伝熱粒子」という。）が、当該シート基体11の厚み方向に並

ぶよう配向された状態で含有されて構成されており、この絶縁性伝熱粒子の連鎖によって伝熱経路が形成される。図示の例の伝熱シート10においては、絶縁性伝熱粒子がシート基体11の全体にわたって、シート基体11の厚み方向に並ぶよう配向された状態で含有されている。

【0019】シート基体11は、柔軟性を有する絶縁性高分子材料により形成されており、このような絶縁性高分子材料としては、例えば硬化ゴム組成物、硬化ゲル組成物、熱可塑性エラストマー組成物を用いることができる。

【0020】硬化ゴム組成物を得るために用いることのできる硬化性のゴム材料としては、種々のものを用いることができ、その具体例としては、ポリブタジエンゴム、天然ゴム、ポリイソプレンゴム、スチレン-ブタジエン共重合体ゴム、アクリロニトリル-ブタジエン共重合体ゴムなどの共役ジエン系ゴムおよびこれらの水素添加物、スチレン-ブタジエン-ジエンブロック共重合体ゴム、スチレン-イソプレンブロック共重合体などのブロック共重合体ゴムおよびこれらの水素添加物、クロロ

ブレン、ウレタンゴム、ポリエステル系ゴム、エビクロルヒドリンゴム、シリコンゴム、エチレン-プロピレン共重合体ゴム、エチレン-プロピレン-ジエン共重合体ゴムなどが挙げられる。以上において、得られる伝熱シートに耐熱性が要求される場合には、共役ジエン系ゴム以外のものを用いることが好ましく、特に、成形加工性および電気特性の観点から、シリコンゴムを用いることが好ましい。

【0021】シリコンゴムとしては、液状シリコンゴムを架橋または縮合したものが好ましい。液状シリコンゴムは、その粘度が歪速度 $10^{-1}$  secで $10^3$ ポアズ以下のものが好ましく、縮合型のもの、付加型のもの、ビニル基やヒドロキシル基を含有するものなどのいずれであってもよい。具体的には、ジメチルシリコーン生ゴム、メチルビニルシリコーン生ゴム、メチルフェニルビニルシリコーン生ゴムなどを挙げることができる。

【0022】これらの中で、ビニル基を含有する液状シリコーンゴム（ビニル基含有ポリジメチルシロキサン）は、通常、ジメチルジクロロシランまたはジメチルジアルコキシシランを、ジメチルビニルクロロシランまたはジメチルビニルアルコキシシランの存在下において、加水分解および縮合反応させ、例えば引続き溶解-沈殿の繰り返しによる分別を行うことにより得られる。

【0023】また、ビニル基を両末端に含有する液状シリコーンゴムは、オクタメチルシクロテトラシロキサンのような環状シロキサンを触媒の存在下においてアニオン重合し、重合停止剤として例えばジメチルジビニルシロキサンを用い、その他の反応条件（例えば、環状シロキサンの量および重合停止剤の量）を適宜選択することにより得られる。ここで、アニオン重合の触媒として

は、水酸化テトラメチルアンモニウムおよび水酸化n-ブチルホスホニウムなどのアルカリまたはこれらのシラノレート溶液などを用いることができ、反応温度は、例えば80~130℃である。

【0024】このようなビニル基含有ポリジメチルシロキサンは、その分子量Mw（標準ポリスチレン換算重量平均分子量をいう。以下同じ。）が10000~40000のものであることが好ましい。また、得られるシート基体の耐熱性の観点から、分子量分布指数（標準ポリスチレン換算重量平均分子量Mwと標準ポリスチレン換算数平均分子量Mnとの比Mw/Mnの値をいう。以下同じ。）が2以下のものが好ましい。

【0025】一方、ヒドロキシル基を含有する液状シリコーンゴム（ヒドロキシル基含有ポリジメチルシロキサン）は、通常、ジメチルジクロロシランまたはジメチルジアルコキシシランを、ジメチルヒドロクロロシランまたはジメチルヒドロアルコキシシランの存在下において、加水分解および縮合反応させ、例えば引続き溶解-沈殿の繰り返しによる分別を行うことにより得られる。

【0026】また、環状シロキサンを触媒の存在下においてアニオン重合し、重合停止剤として、例えばジメチルヒドロクロロシラン、メチルジヒドロクロロシランまたはジメチルヒドロアルコキシシランなどを用い、その他の反応条件（例えば、環状シロキサンの量および重合停止剤の量）を適宜選択することによっても得られる。ここで、アニオン重合の触媒としては、水酸化テトラメチルアンモニウムおよび水酸化n-ブチルホスホニウムなどのアルカリまたはこれらのシラノレート溶液などを用いることができ、反応温度は、例えば80~130℃である。

【0027】このようなヒドロキシル基含有ポリジメチルシロキサンは、その分子量Mwが10000~40000のものであることが好ましい。また、得られるシート基体の耐熱性の観点から、分子量分布指数が2以下のものが好ましい。本発明においては、上記のビニル基含有ポリジメチルシロキサンおよびヒドロキシル基含有ポリジメチルシロキサンの両者を併用することもできる。

【0028】本発明においては、硬化性のゴム材料を硬化させるために適宜の硬化触媒を用いることができる。

このような硬化触媒としては、有機過酸化物、脂肪酸アゾ化合物、ヒドロシリル化触媒などを用いることができる。硬化触媒として用いられる有機過酸化物の具体例としては、過酸化ベンゾイル、過酸化ビスジクロベンゾイル、過酸化ジクミル、過酸化ジターシャリーブチルなどが挙げられる。硬化触媒として用いられる脂肪酸アゾ化合物の具体例としては、アゾビスイソブチロニトリルなどが挙げられる。ヒドロシリル化反応の触媒として使用し得るものの具体例としては、塩化白金酸およびその塩、白金-不飽和基含有シロキサンコンプレックス、ビニルシロキサンと白金とのコンプレックス、白金と1、

3-ジビニルテトラメチルジシロキサンとのコンプレックス、トリオルガノホスフィンあるいはホスファイトと白金とのコンプレックス、アセチルアセテート白金キレート、環状ジエンと白金とのコンプレックスなどの公知のものが挙げられる。硬化触媒の使用量は、硬化性ゴム材料の種類、硬化触媒の種類、その他の硬化処理条件を考慮して適宜選択されるが、通常、硬化性ゴム材料100重量部に対して3~15重量部である。

【0029】また、硬化性ゴム材料中には、硬化性ゴム材料のチクソトロピー性の向上、粘度調整、絶縁性伝熱粒子の分散安定性の向上、或いは高い強度を有するシート基体を得ることなどを目的として、必要に応じて、通常のシリカ粉、コロイダルシリカ、エアロゲルシリカ、アルミナなどの無機充填材を含有させることができる。このような無機充填材の使用量は、特に限定されるものではないが、多量に使用すると、磁場による絶縁性伝熱粒子の配向を十分に達成することができなくなるため、好ましくない。

【0030】また、シート基体11を構成する高分子材料として用いられる硬化ゲル組成物の具体例としては、付加型シリコーンゴム、フロロシリコーンゴムなどが挙げられ、例えば信越化学工業株式会社から市販されている「X-32-1342」、「X-31-7006」、「KE-1051」、「KE110Ge1」、「KE104Ge1」、「FE53」などを用いることができる。

【0031】そして、シート基体11を構成する高分子材料として用いられる熱可塑性エラストマー組成物の具体例としては、ポリスチレン系熱可塑性エラストマー、ポリオレフィン系熱可塑性エラストマー、ポリ塩化ビニル系熱可塑性エラストマー、ポリエステル系熱可塑性エラストマー、ポリウレタン系熱可塑性エラストマー、ポリアミド系熱可塑性エラストマー、フッ素ポリマー系熱可塑性エラストマー、あるいは通常のエラストマーに可塑剤を添加したものなどが挙げられる。

【0032】伝熱シート10を構成するシート基体11中に含有される絶縁性伝熱粒子としては、磁性材料からなる芯粒子の表面に、絶縁性の高熱伝導性材料よりなる被膜が形成されてなるものを用いることが好ましい。ここで、芯粒子を構成する磁性材料は、得られる絶縁性熱伝導粒子に所要の絶縁性が確保されれば、導電性のものであっても、絶縁性のものであってもよい。導電性の磁性材料としては、鉄、ニッケル、コバルトおよびこれらの合金などの導電性を有する金属、 $ZrFe_2$ 、 $FeBe_2$ 、 $FeRh$ などの導電性を有する金属間化合物などを用いることができる。絶縁性の磁性材料としては、化学式： $MO \cdot Fe_2O_3$ 、〔Mは、Mn、Fe、Ni、Cu、Mg、Znなどより選択される金属〕で表されるフェライト、およびこれらの混合物であるMn-ZnフェライトやNi-Znフェライト、 $FeMn_2O_4$ などの

マンガナイト、化学式： $MO \cdot Co_2O_3$ 、〔Mは、Fe、Niなどより選択される金属〕で表されるコバルタイトなどの絶縁性を有する金属酸化物などを用いることができる。これらのうちでも、伝熱シートとして十分な絶縁性を確保することができ、しかも材料の入手が容易であることから、フェライトおよびこれらの混合物を用いることが好ましい。

【0033】被膜を構成する高熱伝導性材料としては、熱伝導率が $10W/(m \cdot K)$ 以上、好ましくは $50W/(m \cdot K)$ 以上、さらに好ましくは $100W/(m \cdot K)$ 以上のものを用いることが好ましい。このような高熱伝導性材料の具体例としては、例えば窒化アルミニウム、窒化硼素（ボロンナイトライド）、窒化珪素、酸化ベリリウム、酸化マグネシウム、酸化アルミニウム、炭化珪素などのセラミックス材料、カーボンブラック、ダイヤモンドなどが挙げられる。ここで、芯粒子の表面に被膜を形成する手段としては、特に限定されるものではないが、被膜を構成する高熱伝導性材料として、セラミックス材料を用いる場合には、例えば反応性スパッタリングにより被膜を形成することができ、また、高熱伝導性材料として、ダイヤモンドを用いる場合には、例えばCVD法により被膜を形成することができる。このような絶縁性伝熱粒子を用いることにより、伝熱シート10自体に、より一層高い熱伝導性が得られると共に、所期の絶縁性が確実に得られる。

【0034】また、高熱伝導性材料の被覆量は、使用される材料によっても異なるが、良好な熱伝導性が得られる観点から、当該絶縁性伝熱粒子全体の5~50重量%であることが好ましく、より好ましくは15~45重量%、さらに好ましくは20~45重量%、特に好ましくは30~40重量%である。高熱伝導性材料の被覆量が5重量%未満の場合には、絶縁性伝熱粒子の熱伝導性が低いものとなることがあるため、高い熱伝導性を有する伝熱シート10が得られないことがある。一方、高熱伝導性材料の被覆量が50重量%を超える場合には、当該絶縁性伝熱粒子中における磁性を示す芯粒子の割合が相対的に過小となるため、後述する製造方法において、磁場の作用によって、当該絶縁性伝熱粒子をシート基体11の厚み方向に並ぶよう配向させることが困難となることがある。

【0035】絶縁性伝熱粒子の粒子径は、1~1000 $\mu m$ であることが好ましく、より好ましくは2~500 $\mu m$ 、さらに好ましくは5~300 $\mu m$ 、特に好ましくは10~200 $\mu m$ である。また、絶縁性伝熱粒子の粒子径分布（ $Dw/Dn$ ）は、1~10であることが好ましく、より好ましくは1.01~7、さらに好ましくは1.05~5、特に好ましくは1.1~4である。このような条件を満足する絶縁性伝熱粒子を用いることにより、絶縁性伝熱粒子間における熱伝導性が均一なものとなるので、伝熱シート10自体に所期の熱伝導性を確実に

に得ることができる。また、絶縁性伝熱粒子の形状は、特に限定されるものではないが、高分子形成材料中に容易に分散させることができる点で、球状のもの、星形状のものあるいはこれらが凝集した2次粒子による塊状のものであることが好ましい。

【0036】また、絶縁性伝熱粒子の含水率は、5%以下であることが好ましく、より好ましくは3%以下、さらに好ましくは2%以下、とくに好ましくは1%以下である。このような条件を満足する絶縁性伝熱粒子を用いることにより、高分子形成材料を硬化処理する際に気泡が生ずることが防止または抑制される。

【0037】また、絶縁性伝熱粒子として、その表面がシランカップリング剤などのカップリング剤で処理されたものを適宜用いることができる。カップリング剤の使用量は、絶縁性伝熱粒子の熱伝導性に影響を与えない範囲で適宜選択されるが、絶縁性伝熱粒子表面におけるカップリング剤の被覆率（芯粒子の表面積に対するカップリング剤の被覆面積の割合）が5%以上となる量であることが好ましく、より好ましくは7~100%、さらに好ましくは10~100%、特に好ましくは20~100%となる量である。

【0038】以上において、伝熱シート10のJIS Aゴム硬度は、50以下であることが好ましく、特に好ましくは30以下である。伝熱シート10のJIS Aゴム硬度が50を超える場合には、当該伝熱シート10を小さい押圧力で発熱体および受熱体の表面形状に追従させて変形させることが困難となり、伝熱シート10を発熱体および受熱体の各々に密着させることができないことがある。ここで、伝熱シート10のJIS Aゴム硬度は、JIS K 6253に基づいて、タイプAデュロメーターによって測定することができる。

【0039】そして、伝熱シート10を構成するシート基体11の厚みは20~3000 $\mu$ mであることが好ましく、さらに好ましくは50~2000 $\mu$ m、特に好ましくは100~1000 $\mu$ mである。シート基体11の厚みが20 $\mu$ m未満の場合には、当該伝熱シート10を発熱体および受熱体の両方を密着させることが困難となることがある。一方、シート基体11の厚みが3000 $\mu$ mを超える場合には、当該伝熱シート10の厚み方向に形成される伝熱経路における熱抵抗が大きくなるため、伝熱シート10自体に高い熱伝導性が得られないことがある。

【0040】また、伝熱シート10を構成するシート基体11は、その両面が平坦なものとされるが、具体的には、シート基体11表面の各々の表面粗さは、50 $\mu$ m以下であることが好ましく、特に好ましくは5 $\mu$ m以下である。シート基体11の表面粗さが50 $\mu$ mを超える場合には、発熱体と受熱体とによって狭圧されたときに、発熱体と伝熱シート10との間、または伝熱シート10と受熱体との間に空隙が形成されやすく、伝熱シ

ート10を発熱体および受熱体の各々に密着させることが困難となることがある。

【0041】この伝熱シート10においては、シート基体11中に絶縁性伝熱粒子が体積分率で5~50%、さらには15~45%、特に20~40%となる割合で含有されていることが好ましい。この割合が5%未満の場合には、当該伝熱シート10の厚み方向に形成される伝熱経路における熱抵抗が大きくなるため、伝熱シート10自体に高い熱伝導性が得られないことがある。一方、この割合が50%を超える場合には、必要な柔軟性が得られないため、当該伝熱シート10を発熱体および受熱体の表面形状に追従させて変形させることが困難となることがある。

【0042】また、この伝熱シート10の絶縁性は、JIS C 2123の試験方法に基づいて測定された体積抵抗率が $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上であることが好ましく、さらに好ましくは $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上、特に好ましくは $10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上である。伝熱シート10における体積抵抗率が $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 未満である場合には、発熱体と受熱体との間に絶縁性が要求される場合には、当該伝熱シート10を使用することができないことがある。

【0043】このような伝熱シート10は、例えば以下の方法（イ）乃至方法（ハ）のいずれかの方法によって製造することができる。

<方法（イ）>この方法（イ）においては、図2に示すような金型が用いられる。この金型20は、上型21およびこれと対となる下型22が枠状のスペーサー23を介して互いに対向するよう配置されて構成されている。上型21および下型22は、いずれも成形面が平坦な強磁性体基板により構成されている。この強磁性体基板を構成する材料としては、鉄、コバルト、ニッケル、またはこれらの合金などを用いることができる。

【0044】そして、この方法（イ）においては、この金型を用い、次のようにして伝熱シート10が製造される。まず、硬化処理によって柔軟性を有する絶縁性高分子材料となる高分子形成材料中に絶縁性伝熱粒子を分散させて流動性のシート成形材料を調製し、このシート成形材料を上型21を構成する磁性体基板および下型22を構成する磁性体基板のいずれか一方または両方の表面に塗布し、上型21および下型22を重ね合わせるることにより、図3に示すように、シート成形材料層11Aを形成する。

【0045】次いで、図4に示すように、上型21の上面および下型22の下面に電磁石25A、25Bをそれぞれ配置してこれを作動させることにより、形成されたシート成形材料層11Aに対して、その厚み方向に平行磁場を作用させる。その結果、シート成形材料層11Aにおいては、当該シート成形材料層11A中に分散されている絶縁性伝熱粒子が厚み方向に並ぶよう配向する。そして、この状態において、図5に示すように、シート



成形材料層11Aを硬化処理することによりシート基体11が形成され、以て、図1に示す構成の伝熱シート10が製造される。

【0046】以上において、シート成形材料層11Aの硬化処理は、平行磁場を作用させたままの状態で行っても、平行磁場の作用を停止させた後に行ってもよい。シート成形材料層11Aに作用される平行磁場の強度は、平均で200～10000ガウスとなる大きさが好ましい。また、平行磁場を作用させる手段としては、電磁石の代わりに永久磁石を用いることもできる。永久磁石としては、上記の範囲の平行磁場の強度が得られる点で、アルニコ（Fe-Al-Ni-Co系合金）、フェライトなどよりなるものが好ましい。シート成形材料層11Aの硬化処理は、使用される材料によって適宜選定されるが、通常、加熱処理によって行われる。具体的な加熱温度および加熱時間は、シート成形材料の種類、絶縁性伝熱粒子の移動に要する時間などを考慮して適宜選定される。

【0047】＜方法（ロ）＞この方法（ロ）は、シート基体11を構成する絶縁性高分子材料が熱可塑性エラストマー組成物により形成される場合に好ましく利用される方法である。この方法（ロ）においては、先ず、加熱溶解された熱可塑性エラストマー中に絶縁性伝熱粒子が分散された状態で含有されてなる流動性のシート成形材料層を形成する。ここで、シート成形材料層を形成する手段としては、例えば押出機などによって熱可塑性エラストマーと絶縁性伝熱粒子とを混練してベレット状またはシート状のシート成形材料を調製し、このシート成形材料を加熱プレスすることによりシート成形材料層を形成する手段を利用することができる。

【0048】次いで、このシート成形材料層に対して、電磁石または永久磁石によって平行磁場をシート成形材料層の厚み方向に作用させる。その結果、シート成形材料層においては、当該シート成形材料層中に分散されている絶縁性伝熱粒子が、その厚み方向に並ぶよう配向する。そして、この状態において、シート成形材料層を冷却することによりシート基体11が形成され、以て、図1に示す構成の伝熱シート10が製造される。

【0049】＜方法（ハ）＞この方法（ハ）は、シート基体11を構成する絶縁性高分子材料が熱可塑性エラストマー組成物により形成される場合に好ましく利用される方法である。この方法（ハ）においては、溶剤中に熱可塑性エラストマー組成物が溶解され、この熱可塑性エラストマー溶液中に絶縁性伝熱粒子が分散されてなる流動性のシート成形材料層を形成する。ここで、熱可塑性エラストマー組成物を溶解させるための溶剤の具体例としては、ヘキサン、トルエン、キシレン、シクロヘキサンなどの炭化水素化合物、ジクロロエタン、四塩化炭素、クロロトルエンなどのハロゲン化炭化水素化合物、エタノール、イソブチルアルコール、プロパンジオール

などのアルコール化合物、ジエチルエーテル、ジオキサン、ジエチレングリコールジメチルエーテルなどのエーテル化合物、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、シクロヘキサンなどのケトン化合物、酢酸エチル、酢酸ブチル、などのエステル化合物、アセトニトリル、ホルムアミドなどの窒素化合物などが挙げられる。

【0050】次いで、電磁石または永久磁石によって、このシート成形材料層に対して、その厚み方向に平行磁場を作用させて、絶縁性伝熱粒子をシート成形材料層の厚み方向に配向させる。そして、例えば真空ポンプ等によりシート成形材料層から溶剤を蒸発させて除去することによりシート基体11が形成され、以て、図1に示す構成の伝熱シート10が製造される。

【0051】以上のような伝熱シート10は、発熱体と受熱体とによって挟圧された状態で使用される。而して、この伝熱シート10によれば、絶縁性伝熱粒子がシート基体11の厚み方向に配向された状態で含有されていることにより、当該絶縁性伝熱粒子の連鎖によって当該伝熱シート10の厚み方向に伸びる伝熱経路が形成されるので、当該伝熱シート10の厚み方向に高い熱伝導性が得られる。また、シート基体11が柔軟性を有する絶縁性高分子材料により形成されているため、発熱体および受熱体によって挟圧されることにより、それらの表面形状に追従して変形させることができ、しかも当該伝熱シート10の両面が平坦であることにより、発熱体と当該伝熱シート10の間、および当該伝熱シート10と受熱体との間に空隙が形成されることがなく、これにより、当該伝熱シート10を発熱体および受熱体の各々に密着させることができるので、発熱体との間および受熱体との間に生ずる熱抵抗を小さくすることができ、当該伝熱シート10自体の高い熱伝導性を十分に発揮することができる。従って、高い効率で発熱体の熱を受熱体に伝導することができる。

【0052】以上において、シート基体の両面のいずれか一方または両方が凹凸を有するものである場合には、発熱体と受熱体とによって挟圧されたとしても、当該シート基体の凹部において、空隙が形成されやすく、従って、発熱体または受熱体に確実に密着させることが困難となるため、高い効率で熱を伝導させることができなくなる。

【0053】また、シート基体11が絶縁性高分子材料により形成されていると共に、伝熱経路を形成する伝熱粒子が絶縁性のものであるので、当該伝熱シート10全体が絶縁性のもとなり、従って、発熱体と受熱体との間に絶縁性が要求される場合であっても、当該伝熱シート10を用いることができる。

【0054】また、伝熱経路を形成する絶縁性伝熱粒子が磁性を示すものであるので、当該伝熱シートの製造において、厚み方向に磁場を作用させることにより、当該絶縁性伝熱粒子を容易にシート基体の厚み方向に並ぶよ



う配向させることができ、従って、高い熱伝導性を有する伝熱シート10を容易に製造することができる。

【0055】以上のような伝熱シート10は、当該伝熱シート10の厚み方向に高い熱伝導性を有すると共に、当該伝熱シート10自体の高い熱伝導性を十分に発揮することができるので、ランプなどに生ずる熱を放熱するための放熱シートとしてはもちろんのこと、当該伝熱シート10全体が絶縁性のものとなるので、例えばCPU、「RIMM」等のメモリーモジュール、モーター駆動用IC、パワートランジスタなどの電子部品、プリンター、ファクシミリなどの制御機器、液晶パネルのバックライト部などに生ずる熱を放熱するための放熱シートとして極めて有用である。

【0056】以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明は上記の実施の形態に限定されず種々の変更を加えることが可能である。

(1) 例えば、図6に示すように、絶縁性伝熱粒子がシート基体31中にその厚み方向に配向した状態で密に充填された高密度部分32と、絶縁性伝熱粒子が全くあるいは殆ど存在しない低密度部分33とからなるものであってもよい。このような伝熱シート30は、例えば図7に示す金型を用いて製造することができる。

【0057】この金型は、上型40およびこれと対となる下型45が枠状のスペーサー44を介して互に対向するよう配置されて構成されている。上型40は、強磁性体基板41の下面に、目的とする伝熱シート30の高密度部分32に対準なパターンに従って強磁性体部分42が形成され、この強磁性体部分42以外の個所に非磁性体部分43が形成されている。強磁性体部分42および非磁性体部分43は実質的に同一の厚みを有し、上型40の下面、すなわち成形面は平坦面とされている。一方、下型45は、強磁性体基板46の上面に、目的とする伝熱シート30の高密度部分32に対準なパターンに従って強磁性体部分47が形成され、この強磁性体部分47以外の個所に非磁性体部分48が形成されている。強磁性体部分42および非磁性体部分43は実質的に同一の厚みを有し、上型40の下面、すなわち成形面は平坦面とされている。上型40および下型45の各々における強磁性体基板41、46および強磁性体部分42、47を構成する材料としては、鉄、ニッケル、コバルトまたはこれらの合金などを用いることができる。また、上型40および下型45の各々における非磁性体部分43、48を構成する材料としては、銅などの非磁性金属、ポリイミドなどの耐熱性樹脂などを用いることができる。

【0058】このような金型を用い、上型40の上面および下型45の下面の各々に例えば電磁石を配置しこれを作動させることにより、上型40における強磁性体部分42と下型45における強磁性体部分47との間に位置する部分に大きい強度を有する平行磁場を作用させ

る。これにより、当該シート成形材料層中に分散されている絶縁性伝熱粒子が、上型40における強磁性体部分42と下型45における強磁性体部分47との間に位置する部分に集合すると共に、厚み方向に並ぶよう配向する。そして、この状態において、シート成形材料層を硬化処理することによりシート基体31が形成され、以て、図6に示す構成の伝熱シート30が製造される。

【0059】(2) 絶縁性伝熱粒子は、当該粒子自体が絶縁性を有するものであれば、前述したものに限定されるものではなく、例えば、導電性を有しかつ高い熱伝導性の強磁性体粒子の表面全面を絶縁性高分子材料で被覆した粒子を用いることができる。このような粒子としては、ニッケル粒子またはニッケル粒子の表面に銀よりなる被膜が形成された粒子の表面を、特開平11-49951号公報、特開平11-60947号公報に記載されたポリイミド系水性分散体により電着処理を行ったものなどが挙げられる。

【0060】(3) 伝熱シートの作業性あるいは伝熱シートの面方向の熱伝導性を良好にする観点から、シートの厚み方向に配向する磁性金属粒子による伝熱経路の形成の妨げにならない範囲で、シート基体中にナイロンメッシュ、金属メッシュなどからなる補強シートが含まれていてもよい。

【0061】

【実施例】以下、本発明の実施例について具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

<実施例1>付加型液状シリコンゴム中に、平均粒子径が20 $\mu$ mの絶縁性伝熱粒子を体積分率で35%となる割合で混合して分散させた後、減圧による脱泡処理を行うことにより流動性のシート成形材料を調製した。以上において、絶縁性伝熱粒子は、Ni-Znフェライト(Ni<sub>0.5</sub>,Zn<sub>0.5</sub>,Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)を芯粒子とし、この芯粒子にボロンナイトライドよりなる被膜が形成されてなるもの(平均被覆量:絶縁性伝熱粒子全体の30重量%となる量)を用いた。

【0062】そして、図2に示す構成の金型(15)の成形空間内にシート成形材料層を形成し、このシート成形材料層に対して、電磁石によって厚み方向に6000ガウスの平行磁場を作用させながら、120℃、1時間の条件で当該シート成形材料層の硬化処理を行うことにより、図1に示す構成の伝熱シート(10)を製造した。得られた伝熱シートは、その両面の表面粗さが20 $\mu$ mであって、平坦なものであり、JIS Aゴム硬度が35、厚みが150 $\mu$ mであった。

【0063】<実験例>製造された伝熱シートを、28mm×28mmの大きさに裁断すると共に、裁断された伝熱シートの中央に直径24mmの開口を形成した。そして、図8および図9に示すように、この伝熱シート(10)をランプ装置(50)と冷却装置(55)との

間に加圧した状態で配置し、ランプ装置(50)における放熱シートとして使用した。具体的には、上記のランプ装置(50)は、定格ランプ電力が1.3kWの一端封止型のランプ(51)と、このランプ(51)を取り囲むよう設けられた筒状の反射部材(52)とにより構成されており、反射部材(52)は、ランプ(51)の発光管部(51A)を取り囲む大径部(52A)と、ランプ(51)の封止部(51B)を取り囲む小径部(52B)とが、段部(53)を介して一体に接続してなるものである。また、冷却装置(55)は、全体が板状であって、その厚み方向に貫通して伸びる複数のランプ装置装着用孔(56)を有し、各々のランプ装置装着用孔(56)の周囲には、厚み方向に貫通して伸びる冷却風路(57)が形成されている。また、この冷却装置(55)には、その面方向に伸びる冷却水供給路(図示せず)が設けられている。

【0064】そして、60個のランプ装置(50)を伝熱シート(10)を介してそれぞれ冷却装置(55)のランプ装置装着用孔(56)に装着し、毎分13リットルの冷却水および毎分10m<sup>3</sup>の冷却風を供給しながら、ランプ(51)の各々を定格条件で点灯させた。所定の時間が経過した後、ランプ装置(50)の各々の反射部材(52)における段部(53)の温度の測定を行ったところ、この温度測定点の温度は160.5℃であった。また、伝熱シート(10)を使用しなかったこと以外は上記と同様にして、反射部材(52)における段部(53)の温度の測定を行ったところ、この温度測定点の温度は177.6℃であった。

【0065】以上の結果から、本発明の伝熱シート(10)を使用することによって、ランプ装置(50)から生ずる熱を、伝熱シート(10)を介して高い効率で冷却装置(55)に伝導させることができることが確認された。

【0066】

【発明の効果】本発明の伝熱シートによれば、磁性を示す絶縁性伝熱粒子がシート基体の厚み方向に配向された状態で含有されていることにより、当該絶縁性伝熱粒子の連鎖によって当該伝熱シートの厚み方向に伸びる伝熱経路が形成されるので、当該伝熱シートの厚み方向に高い熱伝導性が得られる。また、シート基体が柔軟性を有する絶縁性高分子材料により形成されているため、発熱体および受熱体によって挟圧されることにより、それらの表面形状に追従して変形させることができ、しかも伝熱シートの両面が平坦であることにより、発熱体と伝熱シートとの間、および伝熱シートと受熱体との間に空隙が形成されることがなく、これにより、当該伝熱シートを発熱体および受熱体の各々に密着させることができるので、発熱体との間および受熱体との間に生ずる熱抵抗を小さくすることができ、伝熱シート自体の高い熱伝導性を十分に発揮することができる。従って、高い効率で

発熱体の熱を受熱体に伝導することができる。

【0067】また、本発明の伝熱シートによれば、シート基体が絶縁性高分子材料により形成されていると共に、伝熱経路を形成する伝熱粒子が絶縁性のものであるので、当該伝熱シート全体が絶縁性のもとなり、従って、発熱体と受熱体との間に絶縁性が要求される場合であっても、当該伝熱シートを用いることができる。

【0068】本発明の伝熱シートの製造方法によれば、伝熱経路を形成する絶縁性伝熱粒子が磁性を示すものであるので、当該伝熱シートの製造において、厚み方向に磁場を作用させることにより、当該絶縁性伝熱粒子を容易にシート基体の厚み方向に並ぶよう配向させることができ、従って、高い熱伝導性を有する伝熱シートを容易に製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の伝熱シートの一例における構成を示す説明用断面図である。

【図2】本発明の伝熱シートを製造するために用いられる金型の一例における構成を示す説明用断面図である。

【図3】図2に示す金型内に、シート成形材料層が形成された状態を示す説明用断面図である。

【図4】シート成形材料層に磁場を作用させた状態を示す説明用断面図である。

【図5】シート成形材料層が硬化処理された状態を示す説明用断面図である。

【図6】本発明の伝熱シートの他の構成例を示す説明用断面図である。

【図7】図6に示す構成の伝熱シートを製造するために用いられる金型の一例における構成を示す説明用断面図である。

【図8】本発明の伝熱シートをランプ装置の放熱シートとして使用した場合の実施態様の一例を示す説明用部分断面図である。

【図9】図8における伝熱シートの接触状態を示す説明用拡大断面図である。

【符号の説明】

10 伝熱シート

11 シート基体

11A シート成形材料層

20 金型

21 上型

22 下型

23 スペーサ

25A、25B 電磁石

30 伝熱シート

31 シート基体

32 高密度部分

33 低密度部分

40 上型

41 磁性体基板

42 強磁性体部分  
43 非磁性体部分  
44 スペーサ  
45 下型  
46 磁性体基板  
47 強磁性体部分  
48 非磁性体部分  
50 ランプ装置  
51 ランプ

\* 51A 発光管部

51B 封止部

52 反射部材

52A 大径部

52B 小径部

53 段部

55 冷却装置

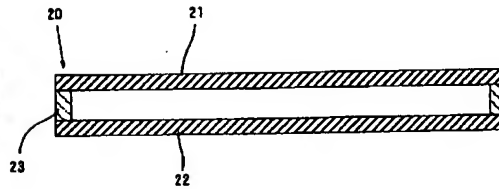
56 ランプ装置装着用孔

\* 57 冷却風路

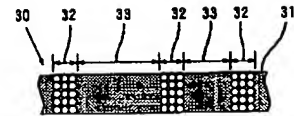
【図1】



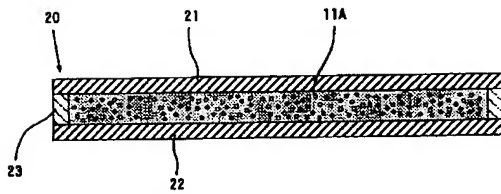
【図2】



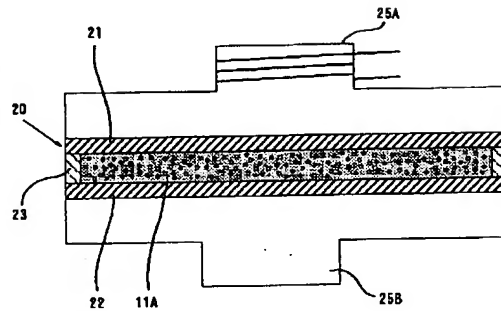
【図6】



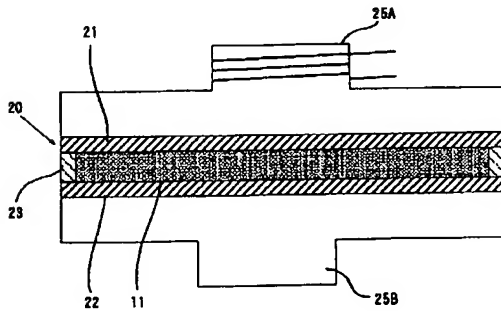
【図3】



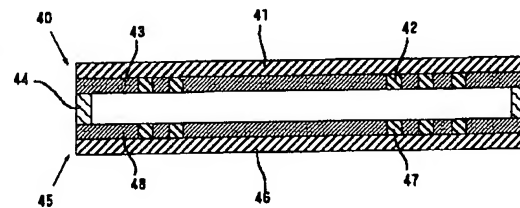
【図4】



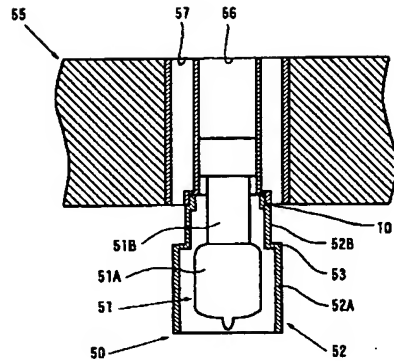
【図5】



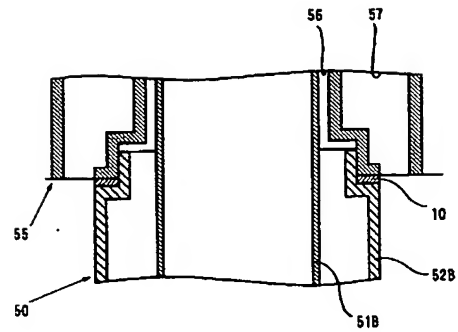
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 井上 和夫  
東京都中央区築地2丁目11番24号 ジェイ  
エスアール株式会社内

Fターム(参考) 5F036 AA01 BB21 BC23 BD13 BD16  
BD22  
5G333 AA03 AB12 BA01 CB11 DA03  
DA28